

Studi tentang Dinding Penahan (Retaining Wall)

Oleh: Eva Khuzaifah *)

ABSTRAK

Dinding penahan adalah salah satu jenis konstruksi sipil yang dibangun dengan fungsi untuk menahan gaya tekanan aktif lateral suatu tanah maupun air. Oleh karena itu suatu konstruksi dinding penahan haruslah direncanakan dan dirancang agar aman terhadap gaya-gaya yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktur. Konstruksi dinding penahan harus mampu menahan gaya berupa momen guling, gaya berat sendiri, gaya lateral tanah/air aktif -pasif, gaya gelincir/sliding dan gaya angkat (uplift). Oleh sebab itu, perencanaan suatu konstruksi dinding penahan harus dirancang agar dapat menahan gaya-gaya tersebut.

Kata kunci: dinding, penahan, tanah

ABSTRACT

Construction of retaining walls is one type of civil construction that serves to hold the force of the active lateral pressure of soil or water. Therefore a retaining wall construction must be planned and designed to be safe from forces that have the potential to cause structural failure. In principle, the retaining wall accepts forces in the form of rolling moments, gravity, lateral soil / active water, sliding and uplifting force. Thus the stability of a retaining wall construction must be designed so that it can withstand these forces.

Keywords: wall, retaining, soil

Pendahuluan

Pada proyek pembangunan/peningkatan jalan/jembatan untuk pekerjaan timbunan, di buat dinding penahan tanah dengan tipe yang sesuai dengan kebutuhan proyek tersebut yang disebut *retaining wall*. *Retaining wall* adalah dinding luar yang mempunyai fungsi sebagai penahan tanah agar kondisinya terus stabil dan tidak bisa longsor atau terlindung dari erosi. Konstruksi dinding penahan sering diaplikasikan di tanah yang kondisinya miring atau punya tingkat elevasi yang berbeda.

Rumusan Masalah

Pada tulisan ini rumusan masalah adalah : apa saja jenis dinding penahan yang digunakan untuk menjaga stabilitas terhadap sliding dan daya dukung?

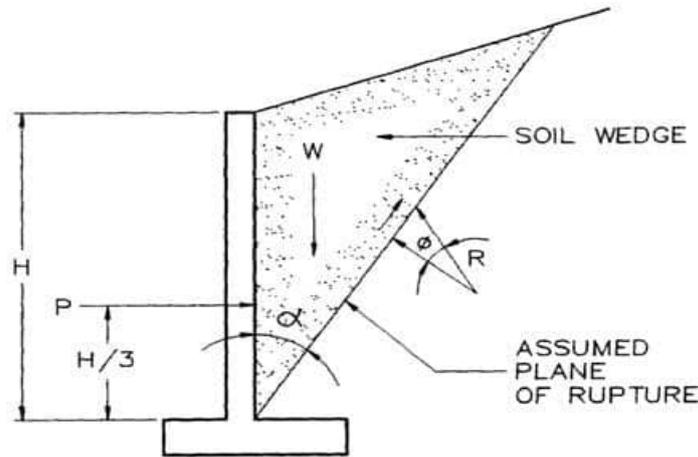
Tinjauan Pustaka

Tujuan utama dari konstruksi dinding penahan tanah adalah menahan tanah agar tidak mengalami kelongsoran. Oleh sebab itu, tekanan lateral pada tanah menjadi hal yang sangat diperhatikan pada saat desain konstruksi



dinding penahan. Teori tentang irisan pada tanah geser biasanya digunakan untuk perhitungan besarnya tekana lateral pada tanah.

Teori irisan menunjukkan bahwa irisan tanah segitiga akan meluncur ke bawah jika dinding penahan dihilangkan secara tiba-tiba dan dinding harus menopang tanah irisan ini.



Gambar 1. Tekanan lateral yang bekerja pada dinding penahan

Teori Coulumb dan Rankine adalah dua teori yang paling sering digunakan untuk perhitungan tekanan lateral pada tanah.

• **Teori Coulumb (1776)**

Teori Coulomb berasumsi bahwa:

- a. Friksi dan adhesi antara tanah dan dinding dapat diperhitungkan
- b. Tekanan lateral tidak terbatas hanya untuk dinding vertikal
- c. Kelongsoran (pada urugan) terjadi sepanjang kelongsoran yang diasumsikan
- d. berbentuk planar

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{a \text{ horizontal}} = \cos \delta K_a$$

Dimana :

- K_a : koefisien tekanan tanah aktif
- ϕ : Sudut geser dalam
- δ : Sudut tanah timbunan

- δ : Sudut geser antara tanah dan dinding
- α : Sudut kemiringan permukaan tanah atas terhadap horizontal

Selanjutnya, dalam kasus tanah timbunan datar, mempertimbangkan gesekan pada antarmuka tanah dengan dinding adalah 0 (nol), dan tanah-dinding samping vertikal, persamaan coulomb yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

• **Teori Rankine (1857)**

Teori Rankine berasumsi bahwa:

- a. Tidak ada adhesi atau friksi antara dinding dengan tanah (friksi sangat kecil sehingga diabaikan).
- b. Tekanan lateral terbatas hanya untuk dinding vertikal 90°.
- c. Kelongsoran (pada urugan) terjadi sebagai akibat dari pergeseran tanah yang ditentukan oleh sudut geser tanah (ϕ).
- d. Tekanan lateral bervariasi linier terhadap

kedalaman dan resultan tekanan yang berada pada sepertiga tinggi dinding, diukur dari dasar dinding.

- e. Resultan gaya bersifat paralel terhadap permukaan urugan.

$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$K_{a \text{ horizontal}} = \cos \delta K_a$$

Dimana :

K_a : Koefisien tekanan tanah aktif

ϕ : Sudut geser dalam

β : Sudut tanah timbunan

Pada tanah urugan yang datar, persamaan Rankine yang digunakan adalah :

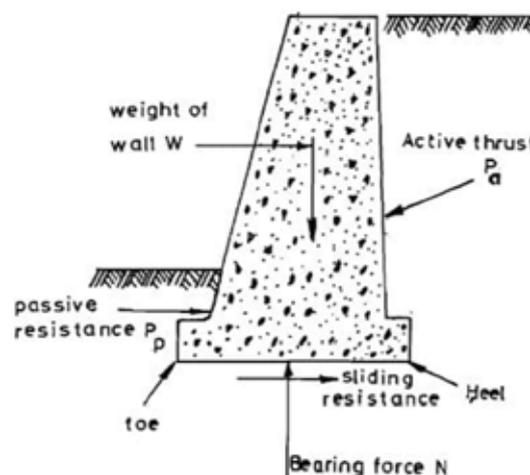
$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

Jenis-jenis Dinding Penahan Tanah

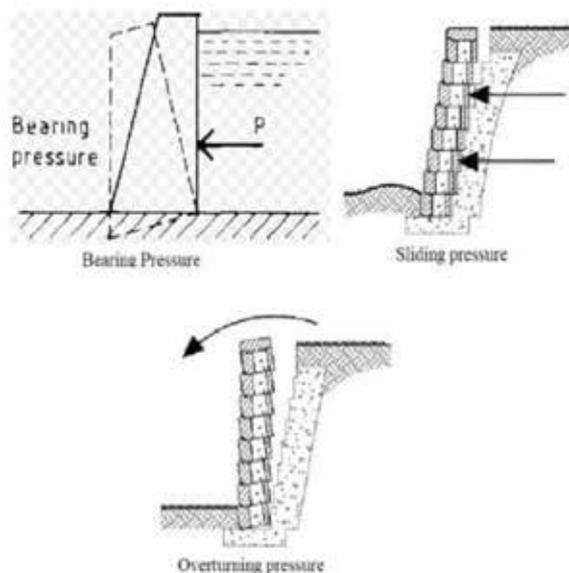
Konstruksi dinding penahan yang digunakan dalam praktek rekayasa konstruksi sipil antara lain adalah:

Gravity Retaining Wall

Jenis dinding penahan tanah ini banyak digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral pada timbunan tanah maupun pada tebing-tebing yang landai sampai terjal. Prinsip kerja dari dinding penahan ini mengandalkan bobot massa dari badan konstruksinya dengan demikian kestabilan dari struktur dapat lebih stabil dikarenakan bobotnya yang berat dalam menahan tekanan tanah lateral. Material pasangan batu ataupun beton bertulang (*Reinforced Concrete*) merupakan material penyusun yang digunakan pada jenis konstruksi ini.



Gambar 2. Gravity retaining wall



Gambar 3. Pressure acting on gravity retaining wall

Crib Retaining Wall

Crib retaining walls adalah salah satu bentuk dari gravity wall. Jenis dinding penahan ini dibangun dengan pengikatan antar kotak yang terbuat dari kayu atau beton. Kemudian, kotak-kotak tersebut diisi dengan batu pecah atau material agregat kasar lainnya untuk menciptakan suatu struktur drainase. Pada umumnya jenis dinding penahan tanah ini digunakan untuk area perkebunan, dan tidak direkomendasikan untuk mendukung struktur

bangunan atau pada lereng.



Gambar 4. Crib retaining wall



Gambar 5. Timber Crib retaining wall (kanan)

Gabion Retaining Walls

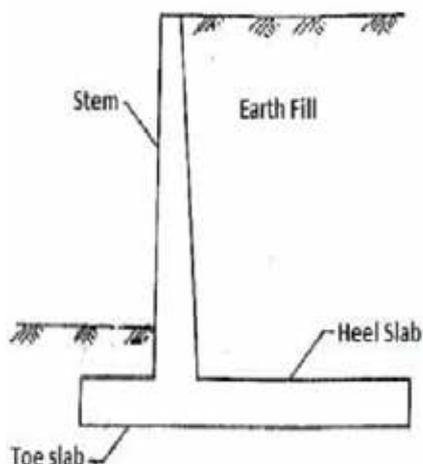
Dinding penahan tanah jenis ini mempunyai konstruksi yang berupa kumpulan blok-blok yang dibuat dari anyaman kawat logam galvanis atau *wiremesh* yang diisi dengan agregat kasar berupa batu kerikil yang disusun secara vertikal ke atas dengan step-step menyerupai terasering/tangga-tangga. Fungsi dari dinding penahan jenis gabion selain adalah untuk menahan tekanan tanah dan memperbesar konsentrasi resapan air ke dalam tanah (Infiltrasi).



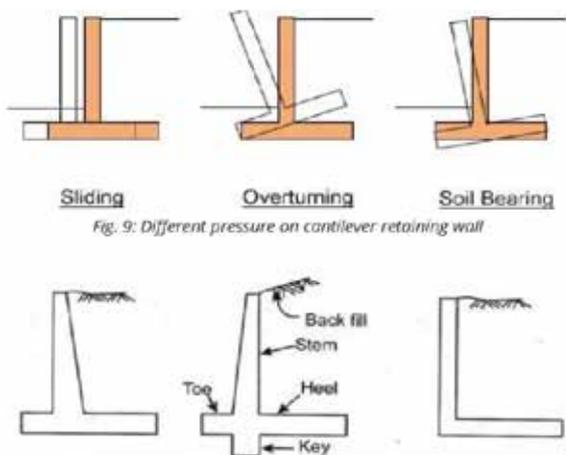
Gambar 6. Gabion retaining wall

Cantilever Retaining Wall

Jenis konstruksi dinding penahan tanah tipe ini umumnya digunakan untuk menahan tekanan tanah pada timbunan maupun pada tebing. Prinsip kerja dari jenis dinding penahan jenis ini yaitu dengan mengandalkan daya jepit/fixed pada dasar tubuhnya. Oleh karena itu ciri khas dari dinding penahan jenis kantilever yaitu berupa model telapak/spread memanjang pada dasar strukturnya yang bersifat jepit untuk menjaga kestabilan dari struktur penahan. Material untuk konstruksi dinding penahan tipe jepit pada umumnya dibuat dari pasangan batu maupun dengan konstruksi beton bertulang.



Gambar 7. Cantilever retaining wall (kiri);
 Gambar 8. Precast retaining wall (kanan)



Gambar 9. Different pressure on cantilever retaining wall (atas)

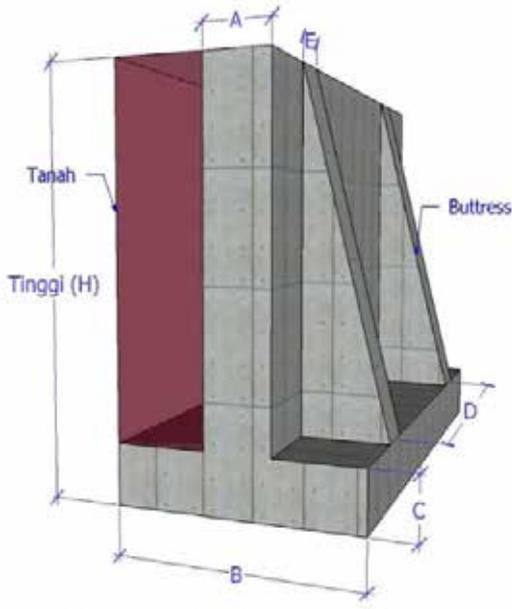
Gambar 10. Different configuration for cantilever retaining wall (bawah)

Counter-fort / Buttressed Retaining Wall

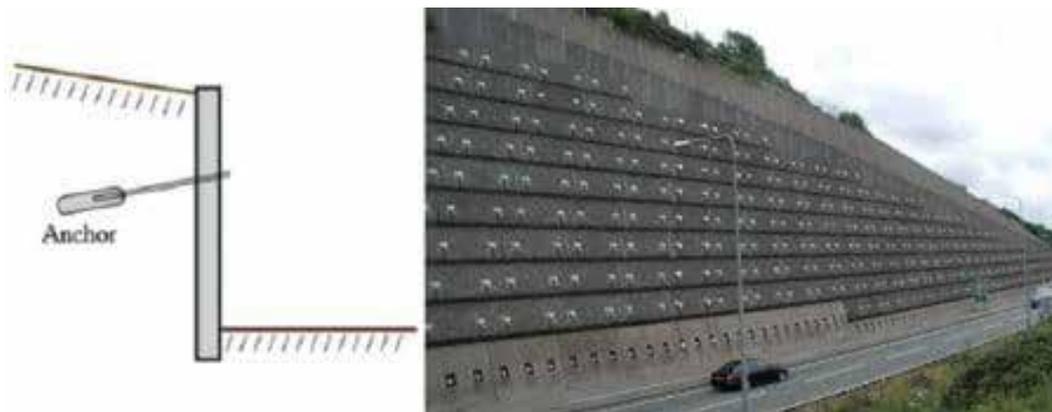
Dinding penahan tanah ini merupakan cantilever retaining wall yang diperkuat dengan pelat/dinding vertikal yang disebut counterfort (dinding penguat). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertikal cukup besar, maka bagian dinding vertikal dan tumit perlu disatukan (kontrafort). Kontrafort berfungsi

sebagai pengikat tarik dinding vertical dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interfal jarak tertentu.

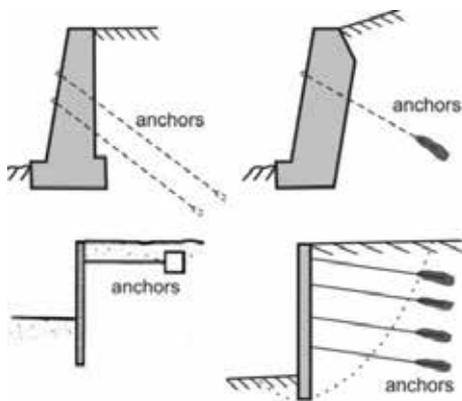
Dinding Buttress hampir sama dengan dinding kontrafort, hanya bedanya bagian kontrafort diletakkan di depan dinding. Dalam hal ini, struktur kontrafort berfungsi memikul tegangan tekan. Pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek dari pada bagian kaki. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak. Dinding ini dibangun pada sisi dinding di bawah tertekan untuk memperkecil gaya irisan yang bekerja pada dinding memanjang dan pelat lantai. Dinding ini lebih ekonomis untuk ketinggian lebih dari 7 meter. Kelemahan dari dinding ini adalah penahannya yang lebih sulit daripada jenis lainnya dan pemadatan dengan cara rolling pada tanah di bagian belakang adalah jauh lebih sulit.



Gambar 11. Counter-fort or buttress retaining wall



Gambar 12. Anchored retaining wall



Gambar 13. Different configuration for anchored retaining wall

Anchored Retaining Wall

Jenis dinding penahan tanah ini digunakan pada saat terdapat keterbatasan lahan atau dipersyaratkan dinding penahan tanah dengan ketebalan yang kecil. Dinding ini pada umumnya digunakan untuk tanah gembur di atas bebatuan. Dinding penahan yang sangat tinggi dapat dibangun menggunakan jenis dinding penahan ini. Batang kabel yang dalam atau kabel baja didorong jauh ke dalam bumi, kemudian ujungnya diisi dengan beton yang berfungsi sebagai jangkar/anchor. Jangkar tersebut bekerja untuk menahan momen guling dan gaya gelincir.

Piled Retaining Wall

Pile retaining wall dibangun dengan melaksanakan pemancangan pada tiang pancang dari beton bertulang secara berjajar. Pemancangan dilaksanakan sampai mencapai kedalaman yang dapat melawan gaya dorong pada dinding. Jenis dinding penahan tanah ini bisa digunakan untuk konstruksi permanen maupun sementara.

Material yang digunakan untuk jenis konstruksi tipe turap/sheet pile umumnya terbuat dari material beton pra tegang (Prestress Concrete) baik berbentuk corrugate-flat maupun dari

material baja. Konstruksi dinding penahan ini mengandalkan tahanan jepit pada kedalaman tancapnya dan dapat pula dikombinasikan dengan sistem angkur/anchor apabila beda ting-

gi tanah yang ditahan cukup besar. Pada pelaksanaan instalasi *sheet pile*, kedalaman nya harus mencapai elevasi sampai tanah keras.



Gambar 14. Pile retaining wall (kiri) ; Gambar 15. Temporary pile retaining wall (kanan)

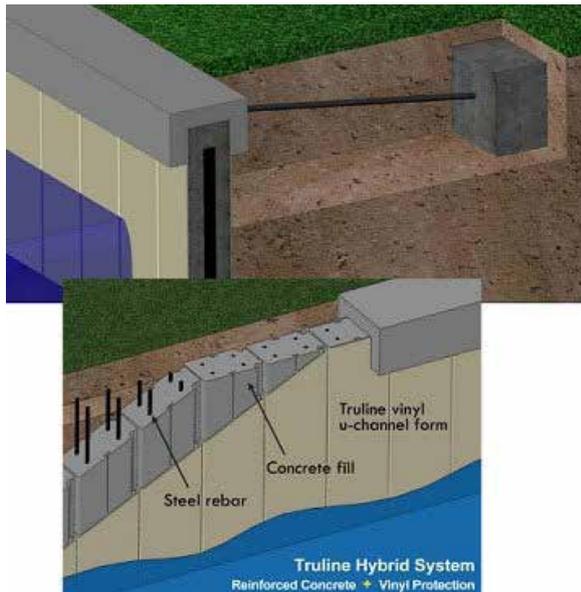


Gambar 16. Sheet pile retaining wall

Mechanically Stabilized Earth (MSE) Retaining wall

Jenis dinding penahan tanah ini merupakan dinding penahan tanah yang paling ekonomis dan yang paling umum digunakan. Jenis dinding penahan ini dibangun dengan pengikatan antar anyaman yang terbuat dari jaring plastik atau logam. Kemudian, anyaman terse-

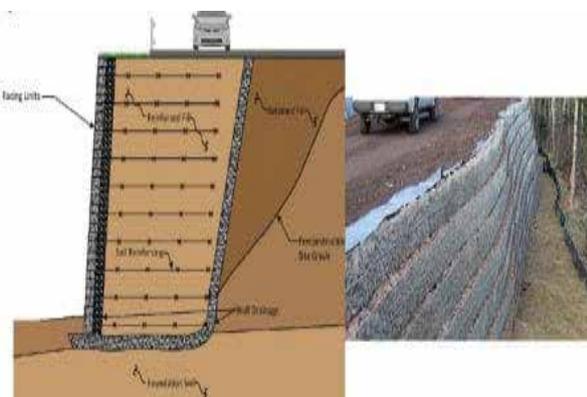
but tersebut diisi dengan batu pecah atau material agregat kasar lainnya. Tipe dari dinding penahan tanah ini termasuk dinding penahan tanah yang terbuat dari panel, blok beton, dan dinding penahan tanah yang bersifat sementara.



Gambar 17. Mechanically stabilized earth retaining wall

Hybrid Systems

Dinding penahan yang menggunakan masa dinding itu sendiri dan tulangan/jangkar/anchor untuk stabilitas disebut sebagai sistem dinding penahan *Hybrid* atau Komposit.



Gambar 18. Hybrid retaining wall system

Penyebab Kerusakan Pada Retaining Wall

Kerusakan pada dinding penahan tidak selalu merujuk pada keruntuhan atau kerusakan total, tetapi lebih kepada tanda dan indikasi yang menunjukkan kemungkinan terjadinya kerusakan dan ketidakstabilan dinding dapat

diprediksi dan dapat dilakukan perbaikan dengan benar.

Dinding penahan yang mengalami geser, roboh, dan terbalik adalah jenis keruntuhan total yang tidak dapat diperbaiki, oleh karena pembangunan ulang dinding merupakan satu-satunya solusi untuk kerusakan seperti ini.

Akan tetapi, keruntuhan total pada dinding penahan sangat terjadi karena terdapat tanda atau indikasi yang dapat diamati pada saat dinding penahan mengalami kerusakan, sehingga perbaikan dapat segera dilakukan. Pada umumnya, kebanyakan dinding penahan tanah dapat diperbaiki setelah dilakukan evaluasi dan ditemukan penyebab kerusakan secara spesifik.

Berikut ini adalah penyebab dinding penahan tanah mengalami kerusakan :

- Penempatan perkuatan atau tulangan yang tidak tepat

Ukuran, kedalaman, dan jarak tulangan harus diperiksa ketika batang dinding menunjukkan tanda-tanda ada masalah seperti retak dan defleksi yang ekstrem. Ukuran dan kedalaman tulangan dapat ditentukan baik oleh perangkat misalnya pachometer untuk pengukuran medan magnet.

Perangkat ini digunakan untuk menentukan posisi dan kedalaman tulangan hingga sekitar 100 mm dengan akurasi yang dapat diterima atau untuk mencapai pengukuran yang lebih akurat. Perangkat ini juga dapat menemukan letak tulangan baja dan kerusakan pada beton untuk mengetahui ukuran dan kedalaman tulangan yang tepat.

Terdapat juga situasi di mana, tulangan dipasang di sisi dinding yang salah yang mungkin disebabkan oleh kesalahan kontraktor atau kesalahan detail.

Setelah ukuran tulangan baja disesuaikan, kedalaman, lokasi, dan terkadang pengujian kuat tekan beton dengan mengambil sampel

inti, perhitungan desain kembali digunakan untuk memperkirakan kapasitas desain di lapangan dan memberikan langkah-langkah perbaikan.

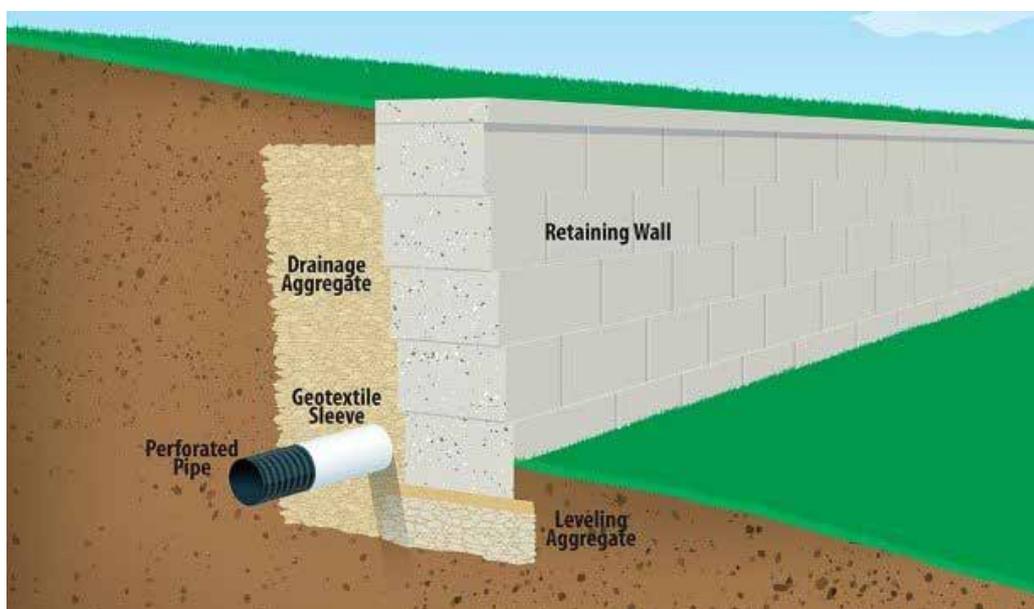
- Material urugan yang jenuh

Diasumsikan material pengisi/urugan pada dinding penahan tanah adalah butiran dan dikeringkan dengan baik pada saat tahap desain. Tekanan pada dinding akan mengalami peningkatan cukup besar apabila air di permukaan meresap ke dalam material pengisi.

Hal ini dapat dihindari dengan gradasi pada

permukaan urugan yang mengarahkan alur air menjauhi dinding atau menuju saluran drainase terdekat. Selain itu, pengurugan yang buruk, contohnya adalah material urugan yang mengandung lempung, dimana lempung mempunyai nilai kembang susut yang cukup besar, sehingga pada saat mengalami pengembangan dapat meningkatkan tekanan pada dinding yang cukup besar.

Batu pecah merupakan material urugan yang ideal karena menyediakan sistem drainase yang baik dan mencegah timbulnya genangan air pada dinding.



Gambar 18. Retaining wall with a proper drainage system

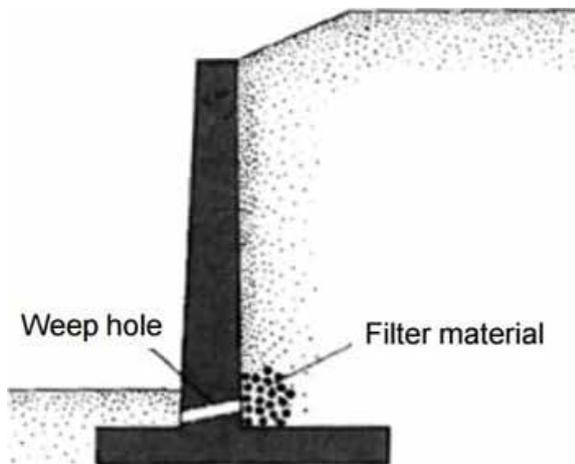
- Lubang drainase yang tidak berfungsi
Karena kurangnya filter, misalnya garis kerikil atau batu pecah yang diposisikan di sepanjang dasar dinding menyebabkan rumput liar berubah menjadi sumbatan dan menciptakan masalah untuk pengeringan air.

Pada dinding penahan pasangan bata, lubang drainase/trucuk dibuat dengan menghilang-

kan mortar pada sambungan samping dan jarak antara lubang drainase/trucuk adalah sekitar 80 cm. Lubang drainase/trucuk pada dinding penahan beton bertulang setidaknya berdiameter 7,5 cm dan jarak tanam tidak boleh lebih dari 1 m atau dapat ditentukan oleh perancang.



Gambar 19. Weep hole in retaining wall



Gambar 20. Providing weep hole in retaining wall to drain water

- Kesalahan desain

Kerusakan dinding penahan karena kesalahan desain adalah kasus yang jarang terjadi asalkan perancang struktural yang berpengalaman melakukan desain dinding. Meskipun demikian, ada situasi di mana desainer diberi informasi yang tidak memadai atau salah yang dapat sangat merugikan.

- Kesalahan perhitungan

Kesalahan ini dapat diketahui dengan mudah oleh desainer berpengalaman. Namun, ada kemungkinan ketika perancang baru melakukan perhitungan dan sangat penting untuk memeriksa kembali desainnya. Ini dapat

menghindari pemasangan dinding yang mahal setelah konstruksi.

- Muatan yang tidak terduga

Permasalahan ini dapat timbul antara klien dan desainer akibat kurang informasi yang disampaikan dari klien ke desainer, sehingga terjalannya komunikasi sangat diperlukan. Muatan tak terduga mungkin dihasilkan dari biaya tambahan yang tidak disadari oleh perancang. Selain itu, itu bisa berupa kemiringan lereng yang curam atau beban angin.

- Kesalahan pada perhitungan menggunakan software.

Desainer perlu memasukkan data secara tepat dan terbiasa dengan kemampuan, keluaran, dan batasan program saat perangkat lunak digunakan untuk merancang. Selain itu, disarankan untuk memeriksa dan melakukan perhitungan cepat untuk verifikasi terutama ketika ada keraguan tentang output/keluaran.

- Kesalahan pada detail rencana

Detail rencana harus jelas, sesuai dengan perhitungan desain dan mencegah interpretasi yang meragukan. Perincian yang tidak jelas dapat menyebabkan pembacaan informasi yang tidak akurat misalnya ada beberapa kasus yang menggunakan sengkang melebar 0,15 m dan bukannya 0,6 m ke dalam tulang-

an baja.

- Permasalahan pada pondasi

Terdapat pedoman untuk desain pondasi yang dapat digunakan desainer dengan bantuan laporan hasil survey lapangan, tetapi mungkin ada kasus di mana survey ini tidak dilaksanakan. Kurangnya survey lapangan dapat menyebabkan masalah pondasi karena desainer harus mengetahui nilai daya dukung tanah. Selain itu, perancang harus mengetahui tentang tanah yang dapat dikompresi, bahan timbunan kembali, permukaan air, dan faktor-faktor lain yang dapat menurunkan tahanan geser atau menyebabkan terjadinya penurunan pondasi yang besar.

- Spesifikasi teknis yang tidak memadai

Jika ada perbedaan antara kondisi lapangan dan gambar, atau kondisi yang tidak terduga terjadi, maka perlu dilakukan langkah-langkah penyesuaian baik oleh desainer maupun engineer. Jika ada konflik antara spesifikasi teknik dan detail rencana, maka yang digunakan adalah yang paling membatasi. Semua instruksi yang diubah harus sesuai dan pihak-pihak yang terkena dampak harus diinformasikan. Langkah-langkah ini diambil untuk menghindari masalah yang dapat menyebabkan efek merugikan pada dinding penahan.

- Konstruksi yang buruk

Praktik konstruksi yang buruk mungkin disebabkan oleh pekerjaan kontraktor yang tidak jujur atau tidak berpengalaman yang dilaksanakan tidak sesuai standar dan rencana yang ditentukan. Adukan semen yang tidak memadai, atau grouting, atau penempatan tulangan baja yang tidak tepat adalah contoh konstruksi

yang buruk. disarankan untuk memahami persyaratan dan ketentuan konstruksi dan meninjau rencana dengan benar.

- Umur dinding penahan

Ketika dinding penahan berdiri sekitar lima puluh tahun atau lebih tanpa menunjukkan indikasi kerusakan, maka ada kemungkinan bahwa itu akan berdiri selama lima puluh tahun atau lebih di masa depan dan tidak perlu mengambil tindakan apa pun.

Namun, hal ini tidak terjadi di daerah seismik, atau menambahkan beban tambahan baru, atau perubahan drainase di atas dinding, sehingga evaluasi pemeliharaan atau seismik akan cocok untuk memverifikasi apakah dinding dapat mengambil beban baru atau menahan gempa lain.

Kesimpulan

Dinding penahan didesain sesuai dengan kebutuhan proyek dengan memperhitungkan tekanan lateral tanah yang akan bekerja pada dinding. Jenis dinding penahan tanah yang umumnya dipakai antara lain adalah :

1. Gravity Retaining Wall
2. Crib Retaining Wall
3. Gabion Retaining Walls
4. Cantilever Retaining Wall
5. Counter-fort / Buttressed Retaining Wall
6. Anchored Retaining Wall
7. Piled Retaining Wall
8. Mechanically Stabilized Earth (MSE) Retaining wall
9. Hybrid Systems

Daftar Pustaka

- Bowles, J E, 1991, Analisa dan Desain Pondasi, Edisi ke tiga Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja.M. 2011. Principles of Foundation Engineering. Seventh edition. PWS Publishing Company.
- Hertiany,Isti Radhista, Adwiyah Asyifa, 2014, Perencanaan Konstruksi Sheet Pile Wall Sebagai Alternatif Pengganti Gravity Wall, INERSIA, Vol. X No.1.
- LS Dunn, L R. Anderson, F W. Kiefer. Dasar-dasar Analisa Geoteknik, Jhon Wiley and Son.
- Nakazawa, Kazuto, Suyono Sosrodarsono, 2000, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- NAVFAC DM-7.1, Soil Mechanics Design Manual 7.1, Departement of the Naval Facilities Engineering Command, 200 Stovall Street Alexandria, VA 22332.